



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

21 Aktenzeichen: 198 34 863.0
22 Anmeldetag: 1. 8. 1998
43 Offenlegungstag: 3. 2. 2000

71 Anmelder:

Dr. Johannes Heidenhain GmbH, 83301 Traunreut, DE

72 Erfinder:

Kranitzky, Walter, Dr., 83278 Traunstein, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

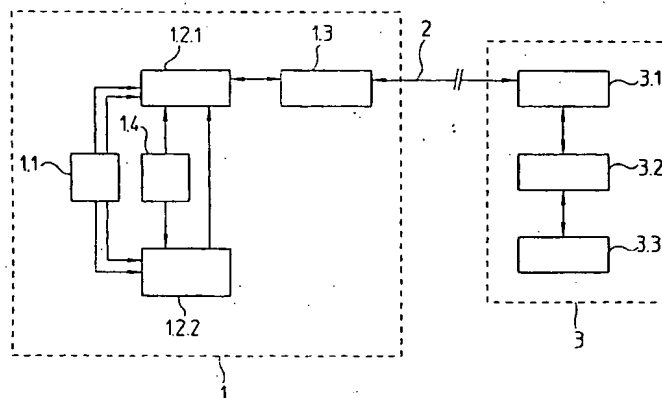
DE 36 10 620 C2
DE 37 18 582 A1
DE 35 33 849 A1

DIETRICH, D., u.a.: Prozeßsicherheit mit parallelen Systemen. In: elektrotechnik, 66, H.5, 19. März 1984, S.20-22,25;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Verfahren zur sicheren Datenübertragung zwischen einer numerischen Steuerung und einem räumlich getrennten Gerät

57 Im Rahmen der Bemühungen eine numerische Steuerung für Werkzeugmaschinen mit erhöhter Betriebssicherheit zu schaffen, ist es erforderlich auch die Datenübertragung zwischen mobilen Eingabegeräten wie Handräder, Schalter und Taster von und zur Steuerung in Bezug auf ihre Betriebssicherheit zu optimieren. Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, dass bereits in dem mobilen Eingabegerät eine redundante Vorverarbeitung der Benutzereingaben erfolgt. Dabei werden die Ausgangssignale aller Eingabemittel an zwei Prozessoren des Eingabegeräts weitergeleitet und beide Prozessoren codieren die Benutzereingaben bevor sie diese an die Steuerung übertragen gemäß unterschiedlicher Codieralgorithmen. In der Steuerung werden die empfangenen und codierten Benutzereingaben durch zwei Prozessoren decodiert und danach miteinander auf Übereinstimmung verglichen. Nur bei Übereinstimmung werden die empfangenen Daten in der Steuerung weiterverarbeitet. Bei fehlender Übereinstimmung wird eine Fehlerbehandlung mit zweikanaliger Abschaltung der Werkzeugmaschine durchgeführt.



Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur sicheren Datenübertragung zwischen einer numerischen Steuerung und einem räumlich getrennten Gerät nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Aus dem deutschen Gebrauchsmuster G 82 36 366.8 ist bekannt, daß Werkzeugmaschinen zusätzlich zu einer Bedientafel eine zusätzliche mobile Hand-Vorschubeinrichtung für spezielle Funktionen aufweisen können. Zu der Bedientafel gehört meist auch eine Anzeigeeinrichtung, so daß der Benutzer dort alle Funktionen der Steuerung der Maschine auslösen und überwachen kann. Die mobile Hand-Vorschubeinrichtung wird auch als elektronisches Handrad bezeichnet und ermöglicht es dem Benutzer, daß er beispielsweise den Vorschub für eine oder mehrere Maschinenachsen nicht nur wenn er an der Bedientafel steht, sondern auch wenn er sich an einer weitgehend beliebigen Stelle befindet, eingeben kann. Um dies zu ermöglichen, weist die mobile Hand-Vorschubeinrichtung verschiedene Tasten, beispielsweise zur Auswahl einer Achse, und einen Drehgeber zur Realisierung eines Handrades auf. Die Verbindung zwischen Hand-Vorschubeinrichtung und Steuerung erfolgt dabei über ein Kabel, das die zur Signalübertragung benötigten Leitungen aufweist.

Ein Verfahren zur sicheren Übertragung von Eingabedaten von der Hand-Vorschubeinrichtung an die Steuerung wird dabei nicht offenbart.

Aus der DE 297 10 026 ist eine numerische Steuerung mit einem räumlich getrennten Bediengerät bekannt, das ein Handrad zur Eingabe von Stellbefehlen aufweist. Die Übertragung der Stellbefehle von dem räumlich getrennten Bediengerät an die Steuerung erfolgt dabei in einem festen Zeitraster mittels einer drahtlosen Übertragungseinrichtung gemäß dem DECT-Standard. Eine mechanische Verbindung zwischen Steuerung und Bediengerät, beispielsweise mittels eines Kabels, besteht nicht.

Diese Ausführungsform weist den Nachteil auf, daß sie besonders leicht durch die in einer Maschinenhalle vorhandenen elektromagnetischen Felder gestört werden kann. Bei Benutzung des Bediengeräts besteht daher permanent die Gefahr der Fehlfunktion der Maschine nicht nur aufgrund des Versagens von elektrischen Baugruppen, sondern zusätzlich aufgrund von Störungen der Funkübertragung.

Bezüglich der Anforderungen an fehlersichere Systeme, insbesondere Steuerungen, existieren bereits verschiedene Richtlinien. In der EN 954-1 ist festgelegt, daß ein fehlersicheres System der Kategorie 3 durch einen einzelnen Fehler nicht in einen unsicheren Betriebszustand wechselt, sondern trotz des Fehlers weiterhin ein sicheres System bleibt.

Weist das System ein von der Steuerung getrennt angeordnetes Eingabegerät auf, so ist auch die Datenübertragung zwischen der Steuerung und dem Eingabegerät gemäß einem sicheren Übertragungsverfahren auszugestalten, um insgesamt ein sicheres System zu realisieren. Dafür wurden bisher mehrere Übertragungsverfahren benutzt. Bei einem möglichen sicheren Übertragungsverfahren werden die in der Steuerung empfangenen Eingabedaten wieder an das Eingabegerät zurückübertragen und dort mit den ursprünglich an die Steuerung gesendeten Eingabedaten verglichen. Wird dabei Übereinstimmung erkannt, ist bei der Übertragung kein Fehler aufgetreten; wird keine Übereinstimmung erkannt, muß dies durch das Eingabegerät der Steuerung mitgeteilt werden, wofür eine erneute Datenübertragung erforderlich wird.

Dieses Verfahren weist den Nachteil auf, daß sowohl durch das Eingabegerät als auch durch die Steuerung Daten übertragen werden müssen, weshalb sowohl im Eingabegerät

als auch in der Steuerung Sende-/Empfangsbaugruppen vorgesehen sein müssen. Weiterhin muß die Steuerung warten, bis durch das Eingabegerät sicher kein Fehler bezüglich der Eingabedaten mehr gemeldet wird. Dies führt zu einer Verzögerung bei der Abarbeitung der Eingabedaten. Weiter von Nachteil ist, daß bei einem Fehler, der erst bei der Rückübertragung der Eingabedaten von der Steuerung an das Eingabegerät aufgetreten ist, ebenfalls eine fehlerhafte Übertragung vom Eingabegerät an die Steuerung erkannt und eine Fehlerbehandlung ausgelöst wird.

Aus der EP 182 134 B1 ist ein Verfahren zum Betrieb eines signaltechnisch sicheren Mehrrechnersystems, insbesondere für das Eisenbahnsicherungswesen, bekannt. Sobald in diesem Mehrrechnersystem Störungen erkannt werden, werden sogenannte Langtelegramme für den Datenaustausch zwischen Rechnern übertragen. Diese Langtelegramme zeichnen sich dadurch aus, daß sie aus je zwei inhaltlich gleichen Telegrammen üblicher Länge bestehen und über bisher nicht als gestört erkannte Übertragungskanäle übertragen werden. Dadurch wird eine höherredundante Datenübertragung erreicht. Dabei kann eines der beiden üblichen Telegramme invertiert übertragen werden.

Dieses Verfahren weist den Nachteil auf, daß ein Langtelegramm von einem einzigen Rechner gebildet und übertragen wird. Dadurch ist es nicht möglich Störungen eines Rechners zu erkennen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Verfahren für eine möglichst schnelle Datenübertragung anzugeben, bei dem möglichst wenig zusätzlicher Aufwand erforderlich ist, um die Datenübertragung zwischen Steuerung und Gerät sicher auszugestalten.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen gelöst.

Weiterbildungen und vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind den jeweils abhängigen Ansprüchen zu entnehmen.

Das erfindungsgemäße Verfahren weist den Vorteil auf, daß auf besonders einfache Weise eine sichere Datenübertragung zwischen Eingabegerät und Steuerung realisiert wird. Es werden, aufgrund der Eingaben durch den Benutzer, die ohnehin von beiden Prozessoren des Eingabegeräts unabhängig voneinander ermittelten Nachrichten unterschiedlich codiert und nacheinander an die Steuerung übertragen. In der Steuerung werden ohnehin vorhandene Datenübertragungswege benutzt, ohne daß dabei die Gefahr einer unzulässigen Veränderung der Übertragungsdaten besteht. Eine besonders große Fehlersicherheit wird vorteilhaft dann erreicht, wenn zur Codierung der Nachrichten Fehlersicherungs-codes verwendet werden.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsformen näher erläutert. Die Figur zeigt ein mögliches Eingabegerät, welches Benutzereingaben an eine Steuerung überträgt.

Die Erfindung soll im folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels erläutert werden, bei dem das räumlich entfernte Gerät durch ein Eingabegerät 1 realisiert wird. Die Figur zeigt eine mögliche schaltungstechnische Realisierung des Eingabegeräts 1. Ein erster Prozessor 1.2.1 ist mit einem Drehgeber 1.1 und weiteren Eingabebaugruppen wie einer Ein-/Ausgabe-Anordnung 1.4, die einen Not-Aus-Taster beinhalten kann, und einer Schnittstelle 1.3 verbunden. Weiterhin ist ein zweiter Prozessor 1.2.2 vorgesehen, der ebenfalls mit dem Drehgeber 1.1, der Ein-/Ausgabe-Anordnung 1.4 und mit dem ersten Prozessor 1.2.1 verbunden ist. Die Schnittstelle 1.3 ist zusätzlich über eine Leitung 2 mit einer Steuerung 3 verbunden. Die Steuerung 3 besteht aus einem ersten Prozessor 3.1, einem zweiten Prozessor 3.3 und einem für die beiden Prozessoren 3.1 und 3.3 gemeinsamen

Speicher 3.2.

Die Ein-/Ausgabe-Anordnung 1.4 weist eine Reihe von Tastern, insbesondere einen Not-Aus-Taster, und Schalter auf, damit erforderliche Benutzereingaben durchgeführt werden können. Weiterhin weist diese Baugruppe optische und/oder akustische Signalisierungsmittel, wie beispielsweise Leuchtdioden, einen Bildschirm und/oder eine Sprachausgabe, auf, die dem Benutzer die Eingaben quittieren oder ausgewählte Betriebszustände anzeigen. Werden auch Betriebszustände der Steuerung 3 angezeigt sind entsprechende Baugruppen für eine Datenübertragung von der Steuerung 3 an das Eingabegerät 1 vorzusehen.

Weiterhin ist ein Handrad mit einem Drehgeber 1.1 für die Eingabe von Befehlssignalen durch den Benutzer vorgesehen. Durch das Handrad 1.1 werden bevorzugt Achsbewegungen der gesteuerten Maschine eingegeben.

Im Betrieb werden alle Eingaben des Benutzers, beispielsweise über den Drehgeber 1.1 und die Ein-/Ausgabe-Anordnung 1.4, den beiden Prozessoren 1.2.1 und 1.2.2 zugeleitet und durch beide Prozessoren 1.2.1 und 1.2.2 auf Übereinstimmung überprüft. Dadurch wird mittels einer wechselseitigen Überwachung der beiden Prozessoren 1.2.1 und 1.2.2 eine erhöhte Betriebssicherheit erreicht.

Damit eine korrekte Verbindung zwischen der Steuerung 3 und dem Eingabegerät 1 überwacht und beispielsweise eine Störung im Verbindungskabel 2 ermittelt werden kann, ist die Anwendung verschiedener Maßnahmen zur Sicherstellung einer hohen Übertragungssicherheit möglich.

Erfindungsgemäß werden in beiden Prozessoren 1.2.1 und 1.2.2 die Ausgangssignale des Drehgebers 1.1 und der Ein-/Ausgabe-Anordnung 1.4 mittels unterschiedlicher Codierungsalgorithmen codiert. Dabei ist einem Prozessor immer nur ein Codierungsalgorithmus bekannt. Derart werden aus identischen Eingaben aufgrund der unterschiedlichen Codierungsalgorithmen durch die beiden Prozessoren 1.2.1 und 1.2.2 unterschiedliche digitale Übertragungsdaten erzeugt. Diese Übertragungsdaten werden in ein bestimmtes Übertragungsprotokoll eingefügt und über die Leitung 2 an die Steuerung 3 übertragen.

Als Codieralgorithmen können Algorithmen verwendet werden, die einen besonders gut verschlüsselten Code und/oder einen Code mit hoher Fehlersicherheit erzeugen. Als fehlersichere Codes können CRC-Codes, Hammingcodes oder einfache Quersummen verwendet werden. Diese bewirken in gewissem Maße auch eine Verschlüsselung.

Bei der Übertragung werden die Übertragungsdaten des Prozessors 1.2.2 an den Prozessor 1.2.1 gesendet und zusammen mit den Übertragungsdaten des Prozessors 1.2.1 über die Schnittstelle 1.3 und die Leitung 2 an den Prozessor 3.1 der Steuerung 3 übertragen. Der Prozessor 3.1 erkennt die für ihn bestimmten und die für Prozessor 3.3 bestimmten Übertragungsdaten.

Diese Erkennung kann beispielsweise aufgrund der Reihenfolge der Übertragungsdaten erfolgen. Hierfür wird festgelegt, daß die erste Hälfte der vom Prozessor 3.1 empfangenen Übertragungsdaten für Prozessor 3.3 bestimmt ist und die zweite Hälfte der empfangenen Übertragungsdaten für Prozessor 3.1 oder umgekehrt. Alternativ kann die Erkennung auch anhand einer Kennzeichnung von Übertragungsdaten erfolgen, die entweder von Prozessor 1.2.1 oder Prozessor 1.2.2 oder beiden Prozessoren im Eingabegerät 1 erfolgt ist. Auch dann leitet Prozessor 3.1 die für Prozessor 3.3 bestimmten Übertragungsdaten unverändert an diesen weiter.

In der Steuerung 3, welche die beiden Prozessoren 3.1 und 3.3 aufweist, ist in einem ersten Prozessor 3.1 ein erster Decodierungsalgorithmus gespeichert; in einem zweiten Prozessor 3.3 ist ein zweiter, unterschiedlicher Decodie-

rungsalgorithmus gespeichert. Dabei wird durch den ersten Decodierungsalgorithmus die im ersten Prozessor 1.2.1 des Eingabegeräts 1 erfolgte Codierung und durch den zweiten Decodierungsalgorithmus die im zweiten Prozessor 1.2.2 des Eingabegeräts 1 erfolgte Codierung durch die Prozessoren 3.1 und 3.3 der Steuerung 3 wieder decodiert.

Dabei ist erfindungsgemäß einem ersten Prozessor 1.2.1 im Eingabegerät 1 ausschließlich ein erster Codierungsalgorithmus und einem ersten Prozessor 3.1 in der Steuerung 3 ausschließlich ein dazu inverser erster Decodierungsalgorithmus bekannt. Entsprechend ist einem zweiten Prozessor 1.2.2 im Eingabegerät 1 ausschließlich ein zweiter Codierungsalgorithmus und einem zweiten Prozessor 3.3 in der Steuerung 3 ausschließlich ein dazu inverser zweiter Decodierungsalgorithmus bekannt.

Nach der Decodierung der empfangenen Nachrichten vergleichen die beiden Prozessoren 3.1 und 3.3 der Steuerung 3 die empfangenen Eingaben des Benutzers auf Gleichheit. Dafür werden die Benutzereingaben über den gemeinsamen Speicher 3.2 ausgetauscht. Beide Prozessoren 3.1 und 3.3 schreiben hierfür die durch sie decodierten Übertragungsdaten in einen für jeden Prozessor individuellen Speicherbereich des gemeinsamen Speichers 3.2 und lesen anschließend aus dem anderen Speicherbereich des gemeinsamen Speichers 3.2 die durch den jeweils anderen Prozessor decodierten Übertragungsdaten aus. Dann werden in beiden Prozessoren 3.1 und 3.3 die aus dem Speicher 3.2 ausgelesenen mit den selbst decodierten Übertragungsdaten auf Gleichheit überprüft. Bei Ungleichheit wird ein Übertragungsfehler festgestellt. Dabei ist der Speicher 3.2 nicht zwingend erforderlich, alternativ können die decodierten Übertragungsdaten auch direkt zwischen den Prozessoren 3.1 und 3.3 ausgetauscht werden.

Wird ein Übertragungsfehler erkannt, wird durch die Steuerung 3 eine Fehlerbehandlung durchgeführt. Dabei werden alle Antriebe der Maschine zweikanalig durch die Prozessoren 3.1 und 3.3 stillgesetzt, so daß sich keine Komponente der Maschine mehr bewegen kann. Weiterhin wird an den Benutzer eine Fehlermeldung ausgegeben, die einen Hinweis auf die fehlerhafte Datenübertragung zwischen Eingabegerät 1 und Steuerung 3 gibt.

Alternativ oder ergänzend kann die beschriebene Art der sicheren Datenübertragung auch für eine Datenübertragung von anderen Baugruppen mit der Steuerung 3 benutzt werden. Dabei ist lediglich zu beachten, daß die mit der Steuerung kommunizierenden Baugruppen zwei unabhängige Prozessoren aufweisen müssen. Diese Bedingung ist aufgrund der zunehmend geforderten Fehlersicherheit von Steuerungen einschließlich ihrer Komponenten jedoch meist ohnehin erfüllt.

Anschließend erfolgt die Übertragung von Daten zwischen den Prozessoren 3.1 und 3.3 der Steuerung 3 und den zwei Prozessoren 1.2.1, 1.2.2 einer beliebigen Komponente der gesamten numerischen Steuerung wie bereits für das Eingabegerät 1 beschrieben.

Patentansprüche

1. Verfahren zur sicheren Datenübertragung zwischen einer numerischen Steuerung und einem räumlich getrennten Gerät, insbesondere Eingabegerät (1), bei dem Nachrichten an mindestens zwei voneinander unabhängigen Prozessoren (1.2.1, 1.2.2) des Geräts (1) vorliegen, die Nachrichten anschließend in mindestens zwei Prozessoren (1.2.1, 1.2.2) des Geräts (1) mittels unterschiedlicher Codieralgorithmen codiert werden, die codierten Nachrichten der mindestens zwei Prozessoren (1.2.1, 1.2.2) an die Steuerung (3) übertragen werden,

die codierten Nachrichten in der Steuerung mindestens zwei Prozessoren (3.1, 3.3) zugeleitet und in den beiden Prozessoren (3.1, 3.3) der Steuerung (3) unabhängig voneinander durch unterschiedliche, zu den Codieralgorithmen inversen Decodieralgorithmen decodiert werden, anschließend die decodierten Nachrichten auf Gleichheit überprüft werden und bei fehlender Gleichheit eine Fehlerbehandlung durchgeführt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Übertragung der durch die Prozessoren (1.2.1, 1.2.2) des Eingabegeräts (1) codierten Nachrichten über eine einzige Leitung (2) im Multiplex erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß für die Übertragung der Nachrichten an die Steuerung (3) ein Zeit-, Code- oder Frequenzmultiplex benutzt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Übertragung die codierte Nachricht eines zweiten Prozessors (1.2.2) des Eingabegeräts (1) an einen ersten Prozessor (1.2.1) des Eingabegeräts (1) übertragen wird, daß von dem ersten Prozessor (1.2.1) beide codierte Nachrichten über die Schnittstelle (1.4) an die Steuerung (3) überfragt werden, daß beide codierte Nachrichten von einem ersten Prozessor (3.1) der Steuerung (3) empfangen werden und daß die für den zweiten Prozessor (3.3) der Steuerung (3) bestimmte Nachricht erkannt und an diesen zweiten Prozessor (3.3) weitergeleitet wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die erste oder zweite Hälfte der Übertragungsdaten als für den ersten oder zweiten Prozessor (3.3) bestimmte Nachricht erkannt wird oder daß durch einen oder beide Prozessoren (1.2.1, 1.2.2) des Eingabegeräts (1) die für den ersten und/oder zweiten Prozessor (3.1, 3.3) der Steuerung (3) bestimmte Nachricht gekennzeichnet wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß zur Codierung der Nachrichten in den Prozessoren (1.2.1, 1.2.2) ein Code zur Verschlüsselung und/oder zur Fehlersicherung benutzt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß ein CRC-Code, Hammingcode oder eine Quersumme benutzt wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Fehlerbehandlung eine zweikanalige Abschaltung der Werkzeugmaschine durch beide Prozessoren (3.1, 3.3) der Steuerung (3) erfolgt und an den Benutzer eine Fehlermeldung ausgegeben wird.

9. Verwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß es für die sichere Datenübertragung zwischen einer Komponente einer Steuerung (1), welche zwei unabhängige Prozessoren (1.2.1, 1.2.2) aufweist, und den Prozessoren (3.1, 3.3) der Steuerung (3) verwendet wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

This Page Blank (uspio,

FIG. 1

